

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

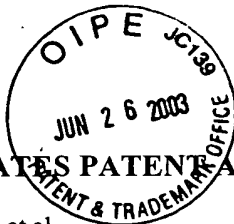
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



2631  
#5  
67-08-03  
SJ

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Toshiaki KURI, et al.

GAU: 2631

SERIAL NO: 09/886,257

EXAMINER:

FILED: June 22, 2001

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR TRANSMITTING HIGH-FREQUENCY SIGNALS IN OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM

RECEIVED

REQUEST FOR PRIORITY

JUN 30 2003

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

Technology Center 2600

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-188363	June 22, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Surinder Sachar*

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

637705

09/886,257

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月22日

出 願 番 号

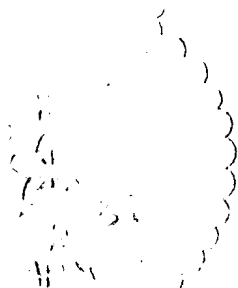
Application Number:

特願2000-188363

出 願 人

Applicant(s):

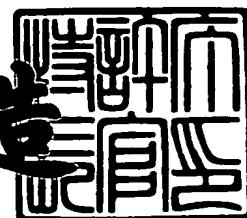
独立行政法人通信総合研究所



2001年 8月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3072839

【書類名】 特許願

【整理番号】 CRL-00-AA

【提出日】 平成12年 6月22日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H04B 10/142

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 郵政省通信総合研  
究所内

【氏名】 久利 敏明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 郵政省通信総合研  
究所内

【氏名】 中條 渉

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市片瀬山 3 - 1 6 - 1 0

【氏名】 北山 研一

【特許出願人】

【識別番号】 391027413

【氏名又は名称】 郵政省通信総合研究所長 飯田 尚志

【特許出願人】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 郵政省通信総合研  
究所内

【氏名又は名称】 久利 敏明

【代理人】

【識別番号】 100082669

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 賢三

【選任した代理人】

【識別番号】 100095337

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 伸一

【選任した代理人】

【識別番号】 100061642

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 武通

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 086277

【納付金額】 6,300円

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合30/100

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光搬送波を用いた高周波信号伝送方法および高周波信号伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号と、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を混合する手続きと、該混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた 2 つの周波数成分を選択する手続きと、上記の選択された 2 つの周波数成分を混合する手続きと、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送方法。

【請求項 2】 第 1 の搬送波と、それを第 1 の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手続きと、該光信号と、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を混合する手続きと、該混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた 2 つの周波数成分を選択する手続きと、上記の 2 つの周波数成分を混合して上記の第 2 の搬送波より上記の予め決められた周波数差分低い周波数の第 3 の搬送波を持った高周波信号を選択する手続きと、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送方法。

【請求項 3】 第 1 の搬送波と、それを第 1 の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手続きと、伝送された該光信号から上記の高周波信号に含まれる第 2 の搬送波信号を取り出す手続きと、該光信号と、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を混合する手続きと、上記の取り出された第 2 の搬送波信号の周波数と上記の予め決められた周波数差とを一致させる手続きと、上記の混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた周波数成分を選択する手続きと、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送方法。

【請求項 4】 第 1 の搬送波と、それを第 1 の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送

する手続きと、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を重ね合わせる手続きと、該光信号に含まれる側帯波と、第1の局部発振光と、を含む光を第1の信号として選択する手続きと、該光信号に含まれる第1の搬送波と、第2の局部発振光と、を含む光を第2の信号として選択する手続きと、第1の信号と第2の信号とを混合した後、比較的低周波数側の信号を選択する手続きと、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送方法。

【請求項5】 光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、該混合する手段によって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手段と、上記の選択された2つの周波数成分を混合する手段と、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項6】 第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、該混合する手段によって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手段と、上記の2つの周波数成分を混合して上記の第2の搬送波より上記の予め決められた周波数差分低い周波数の第3の搬送波を持った高周波信号を選択する手段と、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項7】 第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、伝送された該光信号から上記の高周波信号に含まれる第2の搬送波信号を取り出す手段と、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、上記の取り出された第2の搬送波信号の周波数と上記の予め決められた周波数差とを一致させる手段と、上記の混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた周波数成分を選択する手段と、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項 8】 第 1 の搬送波と、それを第 1 の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、該光信号と、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を重ね合わせる手段と、該光信号に含まれる側帯波と、第 1 の局部発振光と、を含む光を第 1 の信号として選択する手段と、該光信号に含まれる第 1 の搬送波と、第 2 の局部発振光と、を含む光を第 2 の信号として選択する手段と、第 1 の信号と第 2 の信号とを混合した後、比較的 low 周波数側の信号を選択する手段と、を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項 9】 請求項 5 乃至 8 に記載の高周波信号伝送装置において、光信号は、単一周波数の光搬送波を発生する単一モード発振光源による光による第 1 の搬送波を発生する手段と、光学的変調手段により第 1 の搬送波を高周波信号で変調して得られた側帯波を含む信号を発生する手段を含むことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項 10】 請求項 5 乃至 8 に記載の高周波信号伝送装置において、光を混合する手段は、混合すべき複数の光を光検出器に照射することにより、混合された光信号の少なくともその一部を電気信号として取り出す構成を持ったことを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の高周波信号伝送装置において、上記の光検出器は、バランスドレシーバーであることを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【請求項 12】 請求項 5 乃至 8 に記載の高周波信号伝送装置において、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を発生する手段は、パルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、光注入同期を用いたパルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、隣接した 2 波でレーザー発振する光源を利用する方法、あるいは、単一スペクトルの光源からの光を変調して選択的に 2 波を発生する方法、のいずれかの原理を用いた手段であることを特徴とする光搬送波を用いた高周波信号伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送方法および高周波信号伝送装置に関するものであり、特に、2つの局部発振光を用いた光ヘテロダイン検波を行ない、光源の位相雑音の影響を受けづらいという特徴の有る、副搬送波をもった高周波信号の伝送方法および伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

コヒーレント光通信システムは、既に実用化されている強度変調・直接検波方式に比べて受信感度の面で優れていることは理論的にも証明されており、次世代の光通信方式として期待されてきた。しかしながら、光源の位相雑音を除去するための局部発振光制御の困難さがあり、近年になって開発された光増幅器の出現により受信感度が改善されたことから、コヒーレント光通信システムは、まだ実用化までには至っていない。

【0003】

従来の光ファイバを用いた高周波信号伝送装置では、レーザー光を変調し、必要に応じて増幅し、伝送し、伝送による減衰が有る場合は、再び増幅して検波・復調する、という方法が取られてきた。その構成図の一例を図1に示す。同図の装置は、単一モード発振光源101、高周波信号102、光学的変調器103、光増幅器104、光伝送路105、光増幅器106、光ファイバの波長分散特性補償器107、光検波器108、高周波信号復調器109から成っている。

【0004】

この装置では、単一モード発振光源101からの光搬送波は、データの重畳された高周波信号102によって光学的変調器103に於いて光変調される。光学変調器103から出力される変調光は光増幅器104によって伝送に必要な所要値まで増幅された後、光伝送路105を通じて伝送され、光伝送路105による伝送損失と次の光ファイバの波長分散特性補償器の挿入損失を補うために別の光増幅器106によって再び増幅されてから光ファイバの波長分散特性補償器10

7に入力される。光ファイバの波長分散特性補償器107においては、次段の光検波の際に光ファイバの群遅延分散による影響が残らないように波長別の補償が行われる。分散補償された変調光は光検波器108において光検波され、光検波器108から出力される光検波信号を用いて高周波信号復調器109によって該高周波信号のデータが復調される。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の技術で伝送距離を伸ばすためには、受信する光信号の強度を十分に上げて所望の通信品質を満たすことを行っており、伝送前の光信号の強度、あるいは受信した光信号の強度を増幅する多段の光増幅器が必要であった。ところが、光増幅器からは自然放出光が発生し、しかも増幅されるので、光増幅器の段数に応じて自然放出光が蓄積されていくという問題があった。この蓄積された自然放出光は、光ファイバ無線伝送システムのようなアナログ光通信では除去困難であり、受信信号光と共に光検波器に於いて検波されることにより雑音信号となる。これは、光検波信号の品質を低下させる要因であった。また、光ファイバの分散特性の影響を取り除くためには、従来は、付加的な光ファイバの波長分散特性補償器が設けられてきた。しかし、これは、波長により、あるいは伝送距離により個別に調整しなければならず、光通信システム構築を煩雑なものにしていた。

#### 【0006】

本発明は上記に鑑みて提案されたものであり、光受信感度を向上させることにより、自然放出光の発生要因となる光増幅器を用いる必要のない構成にして、高周波信号の情報の復調の際に問題となる光源からの位相雑音のない通信システムを実現することを目的としている。また、光ファイバの波長分散特性の影響も受けない方式にして、従来技術で必要であった付加的な光ファイバの波長分散特性補償装置を除外することも目的としている。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、光搬送波を用いた高周

波信号伝送方法に関しており、光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手続きと、該混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手続きと、上記の選択された2つの周波数成分を混合する手続きと、を含むことを特徴としている。

## 【0008】

また、請求項2に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送方法で特に中間周波信号を用いる方法に関しており、第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手続きと、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手続きと、該混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手続きと、上記の2つの周波数成分を混合して上記の第2の搬送波より上記の予め決められた周波数差分低い周波数の第3の搬送波を持った高周波信号を選択する手続きと、を含むことを特徴としている。

## 【0009】

また、請求項3に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送方法で特に混合により復調する方法に関しており、第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手続きと、伝送された該光信号から上記の高周波信号に含まれる第2の搬送波信号を取り出す手続きと、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手続きと、上記の取り出された第2の搬送波信号の周波数と上記の予め決められた周波数差とを一致させる手続きと、上記の混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた周波数成分を選択する手続きと、を含むことを特徴としている。

## 【0010】

また、請求項4に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送方法で特に光フィルタを用いる方法に関しており、第1の搬送波と、それを第1の搬送波よ

り低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手続きと、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を重ね合わせる手続きと、該光信号に含まれる側帯波と、第1の局部発振光と、を含む光を第1の信号として選択する手続きと、該光信号に含まれる第1の搬送波と、第2の局部発振光と、を含む光を第2の信号として選択する手続きと、第1の信号と第2の信号とを混合した後、比較的低周波数側の信号を選択する手続きと、を含むことを特徴としている。

## 【0011】

また、請求項5に記載の発明は、上記の目的を達成するための光搬送波を用いた高周波信号伝送装置に関しており、光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、該混合する手段によって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手段と、上記の選択された2つの周波数成分を混合する手段と、を含むことを特徴としている。

## 【0012】

また、請求項6に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に中間周波信号を用いる装置に関しており、第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、該混合する手段によって得られた複数の周波数成分から予め決められた2つの周波数成分を選択する手段と、上記の2つの周波数成分を混合して上記の第2の搬送波より上記の予め決められた周波数差分低い周波数の第3の搬送波を持った高周波信号を選択する手段と、を含むことを特徴としている。

## 【0013】

また、請求項7に記載の発明は、第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、伝送された該光信号から上記の高周波信号に含ま

れる第2の搬送波信号を取り出す手段と、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を混合する手段と、上記の取り出された第2の搬送波信号の周波数と上記の予め決められた周波数差とを一致させる手段と、上記の混合する手続きによって得られた複数の周波数成分から予め決められた周波数成分を選択する手段と、を含むことを特徴としている。

## 【0014】

また、請求項8に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に光フィルタを用いる装置に関しており、第1の搬送波と、それを第1の搬送波より低周波数の予め決められた帯域にある高周波信号で変調して得られた側帯波と、を含む光信号を伝送する手段と、該光信号と、第1の局部発振光と、第1の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第2の局部発振光と、を重ね合わせる手段と、該光信号に含まれる側帯波と、第1の局部発振光と、を含む光を第1の信号として選択する手段と、該光信号に含まれる第1の搬送波と、第2の局部発振光と、を含む光を第2の信号として選択する手段と、第1の信号と第2の信号とを混合した後、比較的低周波数側の信号を選択する手段と、を含むことを特徴としている。

## 【0015】

また、請求項9に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に伝送する光信号の発生装置に関しており、請求項5乃至8に記載の高周波信号伝送装置において、光信号は、単一周波数の光搬送波を発生する単一モード発振光源による光による第1の搬送波を発生する手段と、光学的変調手段により第1の搬送波を高周波信号で変調して得られた側帯波を含む信号を発生する手段を含む事を特徴としている。

## 【0016】

また、請求項10に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に光を混合する手段に関しており、請求項5乃至8に記載の高周波信号伝送装置において、光を混合する手段は、混合すべき複数の光を光検出器に照射することにより、混合された光信号の少なくともその一部を電気信号として取り出す構成

を持ったことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に光源の出力光の強度変動を取り除く装置に関しており、請求項 1 0 に記載の高周波信号伝送装置において、上記の光検出器は、バランスドレシーバーであることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、光搬送波を用いた高周波信号伝送装置で特に 2 つの局部発振光を発生する装置に関しており、請求項 5 乃至 8 に記載の高周波信号伝送装置において、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を発生する手段は、パルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、光注入同期を用いたパルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、隣接した 2 波でレーザー発振する光源を利用する方法、あるいは、単一スペクトルの光源からの光を変調して選択的に 2 波を発生する方法、のいずれかの原理を用いた手段であることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明の実施の形態を実施例の図面に基づいて詳細に説明する。それぞれの図において、同様な機能あるいは同様な形状をもつものについては、同じ符号を付して説明する。また、本発明は、以下に示す具体例に限定すべきものではない。

【 0 0 2 0 】

本発明を用いた光通信システム全体の概要は、データの重畳された高周波信号で変調された光搬送波を、光増幅器で増幅することなく伝送し、受信側では、2 つの局部発振光を用いて光ヘテロダイン検波を行い、光検波された第一中間周波数帯信号から搬送波成分と所望の側帯波成分のみを取り出し、これらの信号間で乗積を行なって、該高周波信号を所望の第二中間周波数帯信号に変換すると同時に、取り出した 2 つの所望の第一中間周波数帯信号に残された光源の位相雑音を

差動除去してから該高周波信号のデータを復調するものである。また、本発明では、データの重畳された高周波信号で変調された光搬送波による変調光の内、搬送波と1つの側帯波との2つの光成分しか復調処理に使わないため、光ファイバの波長分散特性による高周波信号の劣化は、従来の方法に比較して小さいという特徴もある。

## 【 0 0 2 1 】

## 【実施例】

## (実施例 1)

以下に、本発明の第一の実施例の構成を、図面に従い説明する。図 2 は、本発明を用いた光搬送波を用いた高周波信号伝送装置の実施例の概念図である。同図において、2 0 1 は単一モード発振光源であり波長=1550.27 n m、出力=5 m W である。また、2 0 2 は高周波信号で副搬送波周波数=59.6 G H z で主帯域幅=1 5 6 M H z × 2 である。また、2 0 3 は光学的強度変調器で、2 0 4 は光伝送路で長さ=5 m、2 0 5 はデュアルモード発振光源であり、波長=1549.92 n m 及び1550.42 n m で、それぞれ出力=0.03 m W である。ここで、2 0 6 は光結合器、2 0 7 は光検波器で周波数特性は3 d b 帯域幅が5 0 G H z 以上のものである。また、2 0 8、2 1 1、2 1 2 は増幅特性のある電気フィルタで、その帯域は、0.05~50 G H z であり、2 0 9 は電気ミキサ回路で、R F 入力帯域は8~12 .4 G H z、中間周波出力の帯域は0~3 G H z である。2 1 0 は増幅特性のある電気フィルタで帯域は2~4 G H z であり、2 1 3 は2 0 9 と同じ特性を持った電気ミキサ回路であり、2 1 4 は通常の第二中間周波数帯信号復調器である。また、2 2 1 は第一の位相雑音除去回路を構成し、2 2 2 は第二の位相雑音除去回路を構成している。

## 【 0 0 2 2 】

図 2 において、単一モード発振光源 2 0 1 からの光搬送波  $f_1$  は、データ信号の重畳された周波数 =  $f_{RF}$  高周波信号 2 0 2 によって光学的変調器 2 0 3 に於いて光変調される。ここで、変調器 2 0 3 は、振幅変調器、強度変調器、周波数変調器、あるいは位相変調器のどれかであっても良い。また、高周波信号 2 0 2 は、副搬送波を持つものとする。その変調された光は、そのまま光伝送路 2 0 4 を通

じて受信側に伝送される。ここで、受信側のデュアルモード発振光源 2 0 5 は、高周波信号 2 0 2 の副搬送波周波数と任意のしかしわずかに異なる周波数間隔  $f_{L0}$  で発振する 2 つのモードを有する 2 周波モード局部発振光を出力するものであり、その周波数は、 $(f_2 - f_{L0}/2)$  および  $(f_2 + f_{L0}/2)$  である。該局部発振光は光結合器 2 0 6 において、該変調光と合成され、重ね合わされる。ここでいう重ね合わせは、電磁気学でいう電場の重ね合わせ、である。図 3 は光結合器によって合成される光信号の例を示している。上記の合成された光は、光検波器 2 0 7 において、上記の局部発振光によって光ヘテロダイン検波され、この際、上記の局部発振光は上記の変調光と混合される。ここで、混合とは、非線形応答特性をもった物質による電場の変換である。該光ヘテロダイン検波により、光検波器 2 0 7 からは、図 4 に示す複数の第一中間周波数帯信号が出力される。ここで、光検波器 2 0 7 はフォトダイオードあるいはフォトトランジスタで良い。特にバランスドレシーバーとして知られている光検出器を用いる事により、光搬送波の強度変動による影響を低減することができる。

## 【 0 0 2 3 】

この第一中間周波数帯信号は、第一の位相雑音除去回路 2 1 1 に供給される。この第一の位相雑音除去回路 2 1 1 においては、図 3 の斜線部が電気フィルタ 2 0 8 によって除去されて所望の、周波数  $= (f_1 - f_2 + f_{L0}/2)$  の信号および周波数  $= (f_1 - f_2 + f_{RF} - f_{L0}/2)$  の信号のみを抽出し、自乗検波回路 2 0 9 に入力され、次の電気フィルタ 2 1 0 に於いて所望の周波数  $= (f_{RF} - f_{L0})$  の第二中間周波数帯信号のみ取り出される。

## 【 0 0 2 4 】

第一の位相雑音除去回路 2 1 1 は、第二の位相雑音除去回路 2 1 2 で置きかえることも可能である。むしろ、雑音特性からは、第二の位相雑音除去回路 2 1 2の方が望ましい。この第二の位相雑音除去回路 2 1 2 においては、図 3 に示す第一中間周波数帯信号が分割され、電気フィルタ 2 1 1 で周波数  $= (f_1 - f_2 + f_{L0}/2)$  の第 1 の信号が取り出され、電気フィルタ 2 1 2 では周波数  $= (f_1 - f_2 + f_{RF} - f_{L0}/2)$  の第 2 の信号が取り出される。取り出された第 1 の信号および第 2 の信号は乗積器 2 1 3 において互いに乗積され、電気フィルタ 2 1 0 に於いて所望の周

波数 =  $(f_{RF} - f_{LO})$  の第二中間周波数帯信号として取り出される。

【 0 0 2 5 】

ここで示された第一および第二の位相雑音除去回路は実現性を示す一例であり、光ヘテロダイン検波された信号から位相雑音の除去された所望の第二中間周波数帯信号を取り出す機能があれば、第一中間周波数帯信号の帯域制限の方法、乗積操作の方法、第二中間周波数帯信号の抽出法には限定されるものではない。

【 0 0 2 6 】

第一の位相雑音除去回路 2 1 1 もしくは第二の位相雑音除去回路 2 1 2 より取り出された周波数 =  $(f_{RF} - f_{LO})$  の第二中間周波数帯信号は、良く知られた電気回路的手法により第二中間周波数帯信号復調器 2 1 4 によってもとのデータが復調される。

【 0 0 2 7 】

ここで、第 1 の局部発振光と、第 1 の局部発振光と予め決められた周波数差を持った第 2 の局部発振光と、を発生する方法は、既にいくつかの方法が知られており、大別すると、(a) パルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、(b) 光注入同期を用いたパルス光源からの光のスペクトルから所望の 2 つの連続波を取り出す方法、(c) 隣接した 2 波でレーザー発振する光源を利用する方法、(d) 単一スペクトルの光源からの光を変調して選択的に 2 波を発生する方法、等がある。より具体的には、(1) モード同期半導体レーザーの発振スペクトルのうち光フィルタを用いて所望の 2 波のみを取り出す方法、(2) 2 つ縦モードを発振する半導体レーザーを用いる方法、(3) パルス発振をする光ファイバレーザーの出力の発振スペクトルのうち、光フィルタを用いて所望の 2 波のみを取り出す方法、(4) 半導体レーザーの光注入同期により 2 波を発生する方法、(5) 非線型光学分野における 4 波混合法により所望の 2 波を発生させる方法 (6) 単一モード発振光源の搬送波を正弦波で変調して 2 波の側帯波を選択する方法 (7) ゼーマン分裂により縮退を解くことにより所望の 2 波を発生させる方法、等を用いる事ができる。

【 0 0 2 8 】

以上の説明においては、特に高周波信号については、アナログ信号でもディジ

タル信号でも良いことは容易に理解できる。また、変調方式、多重方式、アクセス方式についても特に制限が生じるものではない。ただし、該第二中間周波数帯信号復調器 2 1 4 は高周波信号の形式に合った復調器でなければならない。また、該高周波信号で変調される光搬送波に対する変調方式については、アナログ変調方式であれば線形あるいは非線形変調の選択に制限が生じるものではない。さらに、光変調方式が周波数変調の場合は、通常の位相変調波の復調の場合と同様に、位相雑音除去回路に周波数弁別回路を設けることも可能である。

## 【 0 0 2 9 】

図 5 は、上記の構成において測定された光スペクトルを示している。ここで、局部発振光は、Mach-Zender 型強度変調器の搬送波抑圧変調により得られたものである。この実施例においては、搬送波抑圧が不十分であったため搬送波周波数  $f_2$  が残っている。

## 【 0 0 3 0 】

図 6 は、上記の構成において測定された第一中間周波数帯信号スペクトルを示している。この段階でスペクトルが広がっているのは、第一中間周波数帯信号では、光源の位相雑音が残っているためである。また、上記の局部発振光の搬送波残留のために周波数  $= (f_2 - f_1)$  の信号が発生しているが、この信号は電気フィルタ 2 0 8、2 1 1、あるいは 2 1 2 において容易に除去できるため、以下の電氣的処理においては問題とならない。

## 【 0 0 3 1 】

図 7 は、上記の構成において測定された第二中間周波数帯信号スペクトルを示しており、自乗検波回路 2 0 9 の出力である。乗積操作により、光源の位相雑音が差動的に除去され、所望の周波数  $= (f_{RF} - f_{LO})$  の第二中間周波数帯信号のみが取りだされていることがわかる。測定によれば、該第二中間周波数帯信号の線幅は 30Hz 以下であり、中心周波数からの 10kHz 離調における片側位相雑音も -73dB/Hz である。このような良好な測定結果も得られていることから、本発明における光ヘテロダイン検波は実質的に光源の位相雑音による影響を受けないことが実証された、といえる。

## 【 0 0 3 2 】

図 8 は、上記の構成において  $155.52 \text{ Mb/s}$  の伝送速度をもつ差動位相シフトキーイング変調形式のミリ波高周波信号（搬送波無線周波数  $59.6 \text{ GHz}$ ）を伝送したときのビット誤り率を光検波器入力における光信号電力の関数として示している。同図より、 $2 \text{ dB}$  の減衰があるとき、即ち、 $0.2 \text{ dB/km}$  の減衰特性を持った  $10 \text{ km}$  の光ファイバ伝送路を伝搬した場合のビット誤り率として  $10^{-9}$  を十分達成できることがわかる。

## 【 0 0 3 3 】

## （実施例 2）

図 9 は、第 2 の実施例を示す図である。この構成においては、光結合器 206 で受信した光信号と、デュアルモード発振光源 205 からの 2 つの局部発振光と重ね合わせた後、光フィルタ 215 を用いて、第 1 グループの信号として、この光信号に含まれる側帯波と、第 1 の局部発振光とを選択し、また、第 2 グループの信号として、その光信号に含まれる第 1 の搬送波と、第 2 の局部発振光と、を選択して、電気乗積器 213 により第 1 グループの信号と第 2 グループの信号とを混合して、電気フィルタ 210 を通すことにより、周波数  $= (f_{\text{RF}} - f_{\text{LO}})$  の第二中間周波数帯信号のみを得る。上記の光フィルタ 215 としては、ファブリーペロー型フィルタあるいはアレー型導波路グレーティング等を用いる事ができる。

## 【 0 0 3 4 】

## （実施例 3）

また、図 10 は、第 3 の実施例を示す図である。図 10 に示す構成では、受信した光信号を中間周波数信号に変換することなく、局部発振光との混合により直接、上記の高周波信号に復調するものである。図 10 に示す構成においては、光結合器 206 で受信した光信号と、デュアルモード発振光源 205 からの 2 つの局部発振光と重ね合わせた後、光分岐回路 216 を通して、受信した光信号の一部を用いて光検波器 207 から出力される周波数  $= f_{\text{RF}}$  周りの高周波信号を抽出し、さらに、副搬送波再生回路 219 によりその副搬送波周波数  $f_{\text{RF}}$  を取り出し、その出力を、局部発振光源 220 から出力される 2 つの局部発振光の周波数間隔に一致させる。この様に信号を一致する方法は、位相同期法として既に良く知

られている。この副搬送波周波数と2つの局部発振光の周波数とを一致させる機能を局部発振光源220に持たせることにより、局部発振光源220、光結合器206、光分岐回路216、光検波器207、副搬送波再生回路219で位相同期ループを形成する。従って、これらが一致したときにもう一つの光検波器207から出力される周波数 $= (f_1 - f_2 + f_{RF}/2)$ 周りの中間周波数帯信号を電気フィルタ217で取り出し、さらに、自乗検波器209で互いに乗積することで、もとの高周波信号202、 $f_{RF}$ に重畳されていた情報を直接復調するものである。以上のような $f_{RF}$ の位相同期ループによる周波数および位相の同期法は、他の方法もすでに知られており、上記の例に限定されるものではない。

## 【0035】

## 【発明の効果】

この発明は上記した構成からなるので、以下に説明するような効果を奏することができる。

## 【0036】

請求項1および5に記載の発明では、コヒーレント光通信において、2つの局部発振光を用いた光ヘテロダイン検波により、光搬送波の位相雑音による復調信号への影響をなくすることができ、しかも受信側の電気回路では、信号の周波数が低減されるため、製造コストを低減することが可能になった。

## 【0037】

また、請求項2および6に記載の発明では、コヒーレント光通信における副搬送波をもった高周波信号の伝送について、光増幅装置を用いなくても、光ヘテロダイン検波による利得によって、伝送し、復調することができ、また、光搬送波の位相雑音による復調信号への影響をなくすることができ、しかも、従来用いられていた光分散補償器や光フィルタなどの波長依存性もしくは伝送距離依存性の高い光ファイバの波長分散特性補償器を付加的に設けることなく、光ファイバの波長分散特性の影響による問題を回避することができるので、光搬送波の発振波長や伝送距離に対して柔軟な通信システムを容易に構築できるようになった。

## 【0038】

また、請求項3および7に記載の発明では、コヒーレント光通信における副搬

送波をもった高周波信号の伝送について、光増幅装置を用いなくても、光ヘテロダイン検波による利得によって、伝送し、復調することができ、また、光搬送波の位相雑音による復調信号への影響をなくすることができ、しかも、受信した光信号から高周波信号が直接変換されるので、簡単な構成で復調できるようになった。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 4 および 8 に記載の発明では、光信号の段階で、所望の周波数の信号を選択するので、簡単な電気回路で済むようになった。

【 0 0 4 0 】

また、請求項 9 に記載の発明では、背景雑音となる光源からの余分な光の発生がなくなったので、第 1 の搬送波として単一の周波数の光を取り扱えばよくなり、装置の構成が簡単になった。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 1 0 に記載の発明では、光の混合を光検出器で行なう構成としたので、非線型光学素子を用いる場合に比べて、混合による変換効率を高くすることができた。

【 0 0 4 2 】

また、請求項 1 1 に記載の発明では、光の混合を行なう光検出器を選択することにより、光源の出力変動による復調した信号への影響を軽減することができる様になった。

【 0 0 4 3 】

また、請求項 1 2 に記載の発明では、2 つの局部発振光を発生する手段を開示したので、容易に 2 つの局部発振光を使用する光ヘテロダインを実現できるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の光ファイバ無線伝送装置例を示す構成図である。

【図 2】

本発明の光搬送波を用いた高周波信号伝送装置例を示す構成図である。

【図 3】

本発明の光搬送波を用いた高周波信号伝送装置例において光検波する光スペクトル例である。

【図 4】

第 1 の実施例のにおいて光検波後に出力される第一中間周波数帯信号の電気スペクトルを示す図である。

【図 5】

測定された光検波信号を示す特性図である。

【図 6】

測定された第一中間周波数帯信号を示す特性図である。

【図 7】

測定された第二中間周波数帯信号を示す特性図である。

【図 8】

ビット誤り率特性を示す図である。

【図 9】

第 2 の実施例のブロックダイアグラムを示す図である。

【図 1 0】

第 3 の実施例のブロックダイアグラムを示す図である。

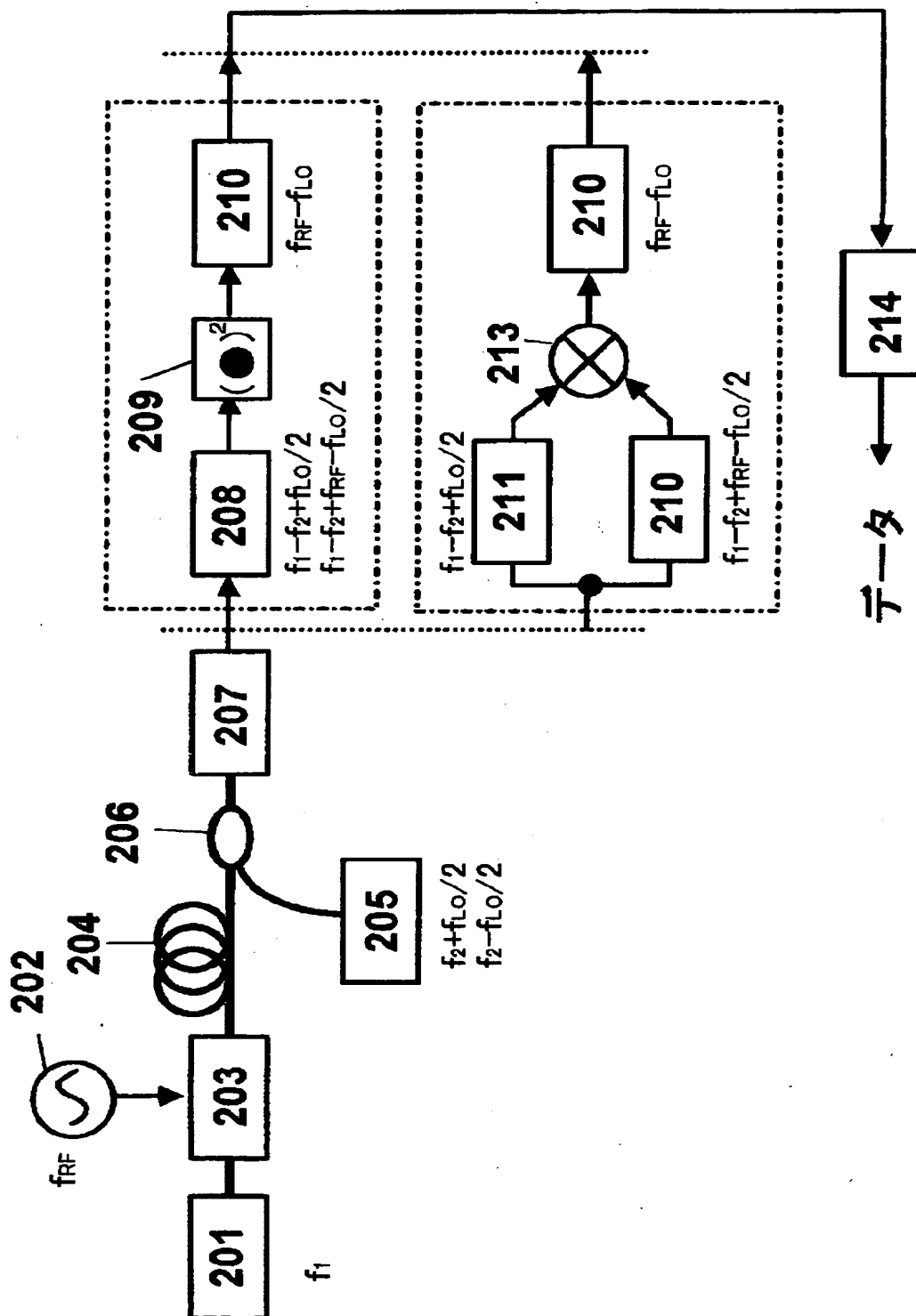
【符号の説明】

- 1 0 1 単一モード発振光源
- 1 0 2 高周波信号
- 1 0 3 光学的変調器
- 1 0 4、1 0 6 光増幅器
- 1 0 5 光伝送路
- 1 0 7 光ファイバの波長分散特性補償器
- 1 0 8 光検波器
- 1 0 9 高周波信号復調器
- 2 0 1 単一モード発振光源
- 2 0 2 高周波信号

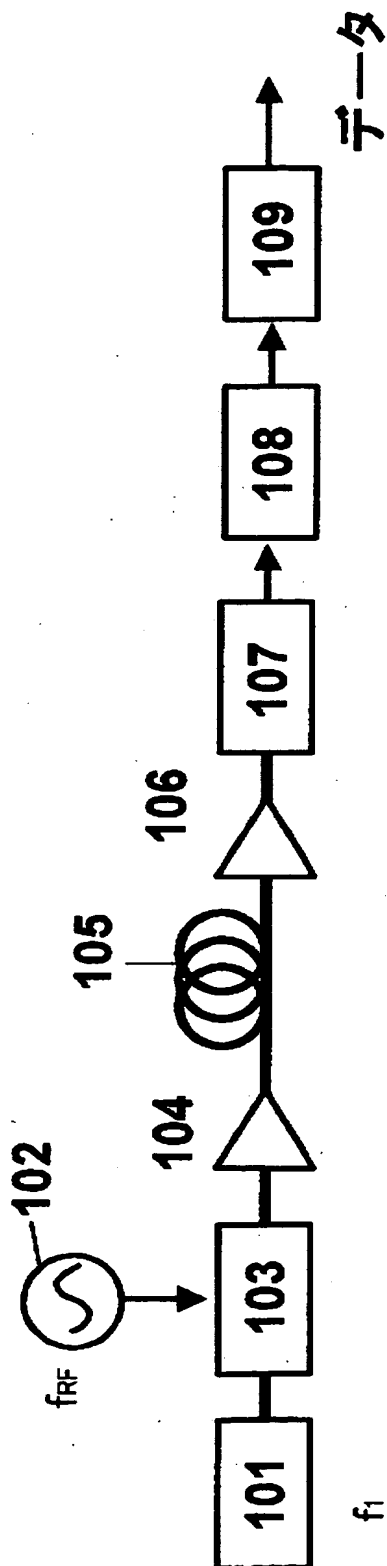
- 2 0 3 光学的変調器
- 2 0 4 光伝送路
- 2 0 5 デュアルモード発振光源
- 2 0 6 光結合器
- 2 0 7 光検波器
- 2 0 8、2 1 0、2 1 1、2 1 2 電気フィルタ
- 2 0 9 自乗検波回路
- 2 1 3 電気乗積器
- 2 1 4 第二中間周波数帯信号復調器
- 2 1 5 光フィルタ
- 2 1 6 光分岐回路
- 2 1 9 副搬送波再生回路
- 2 2 0 局部発振光源
- 2 2 1 第一の位相雑音除去回路
- 2 2 2 第二の位相雑音除去回路

【書類名】 図面

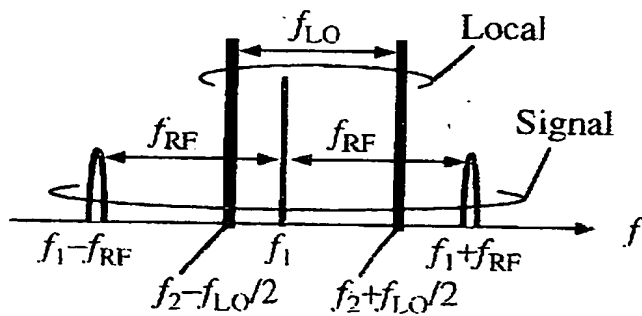
【図 1】



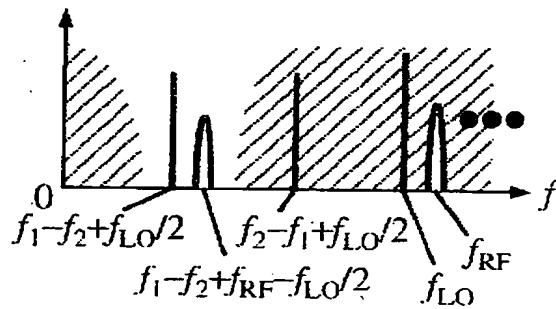
【図 2】



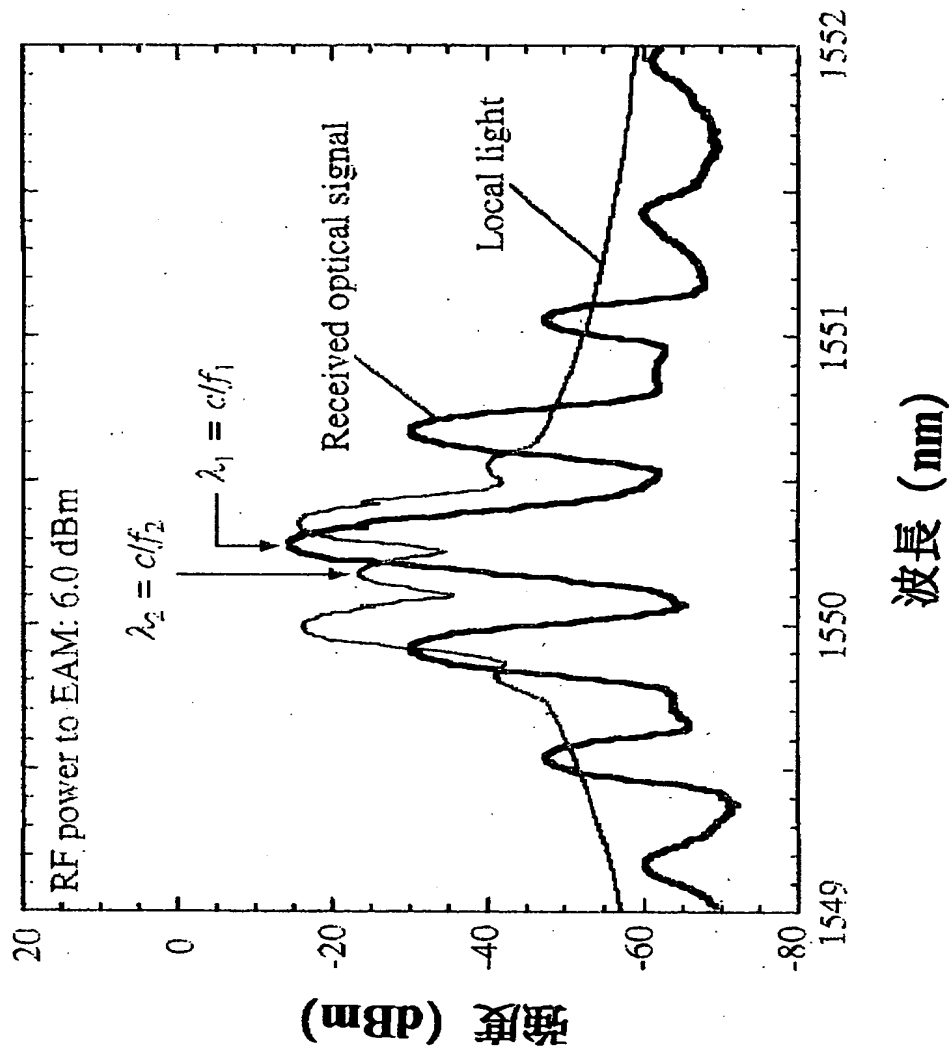
【図 3】



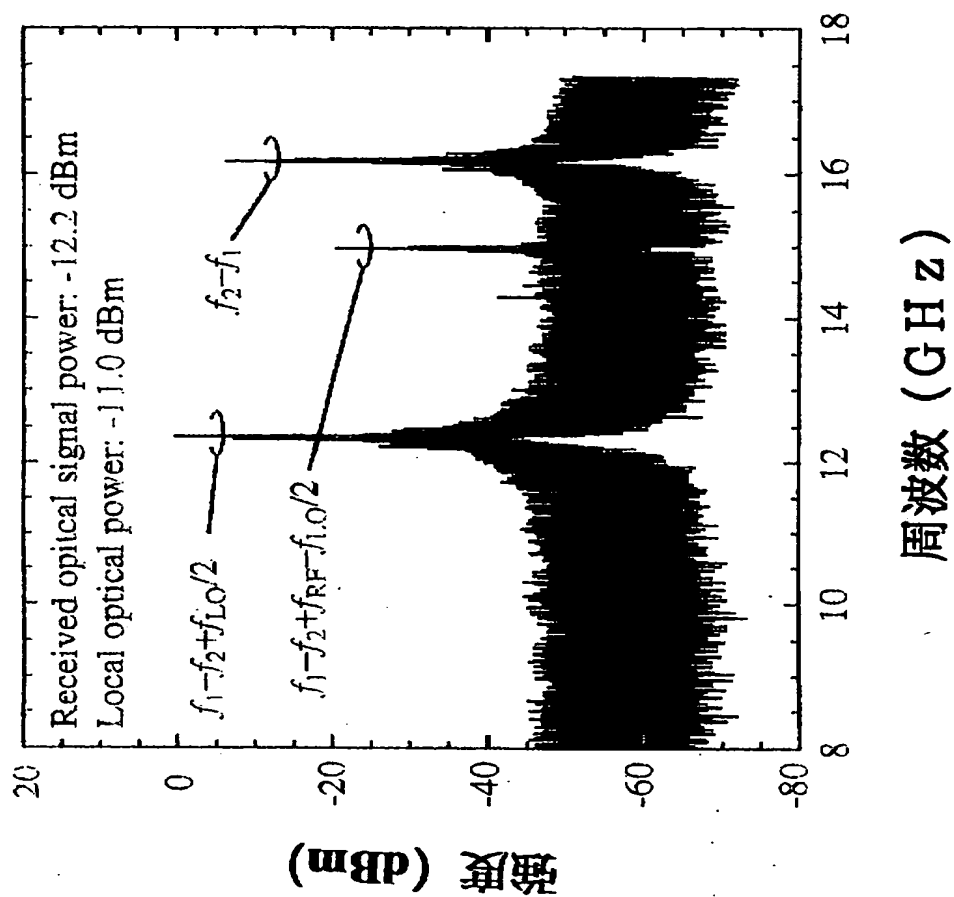
【図 4】



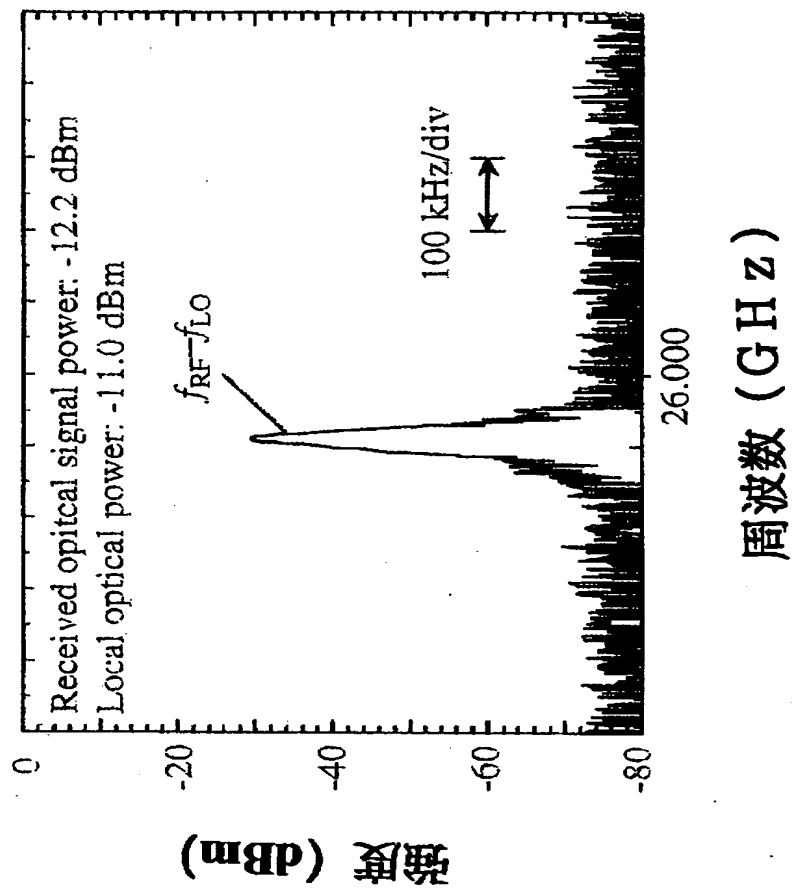
【図5】



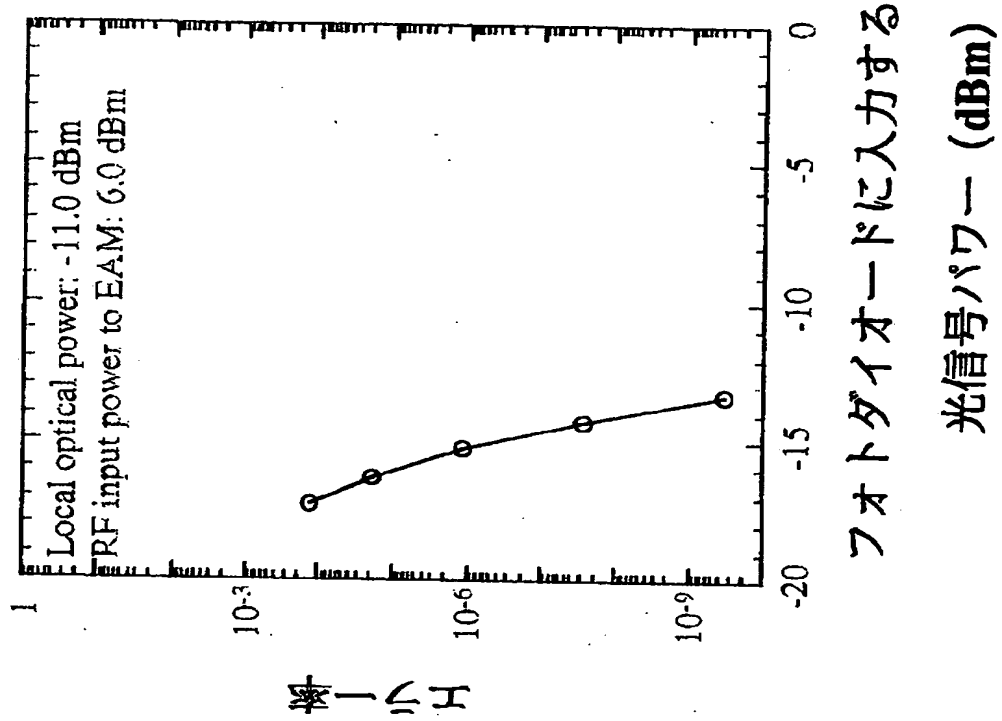
【図 6】



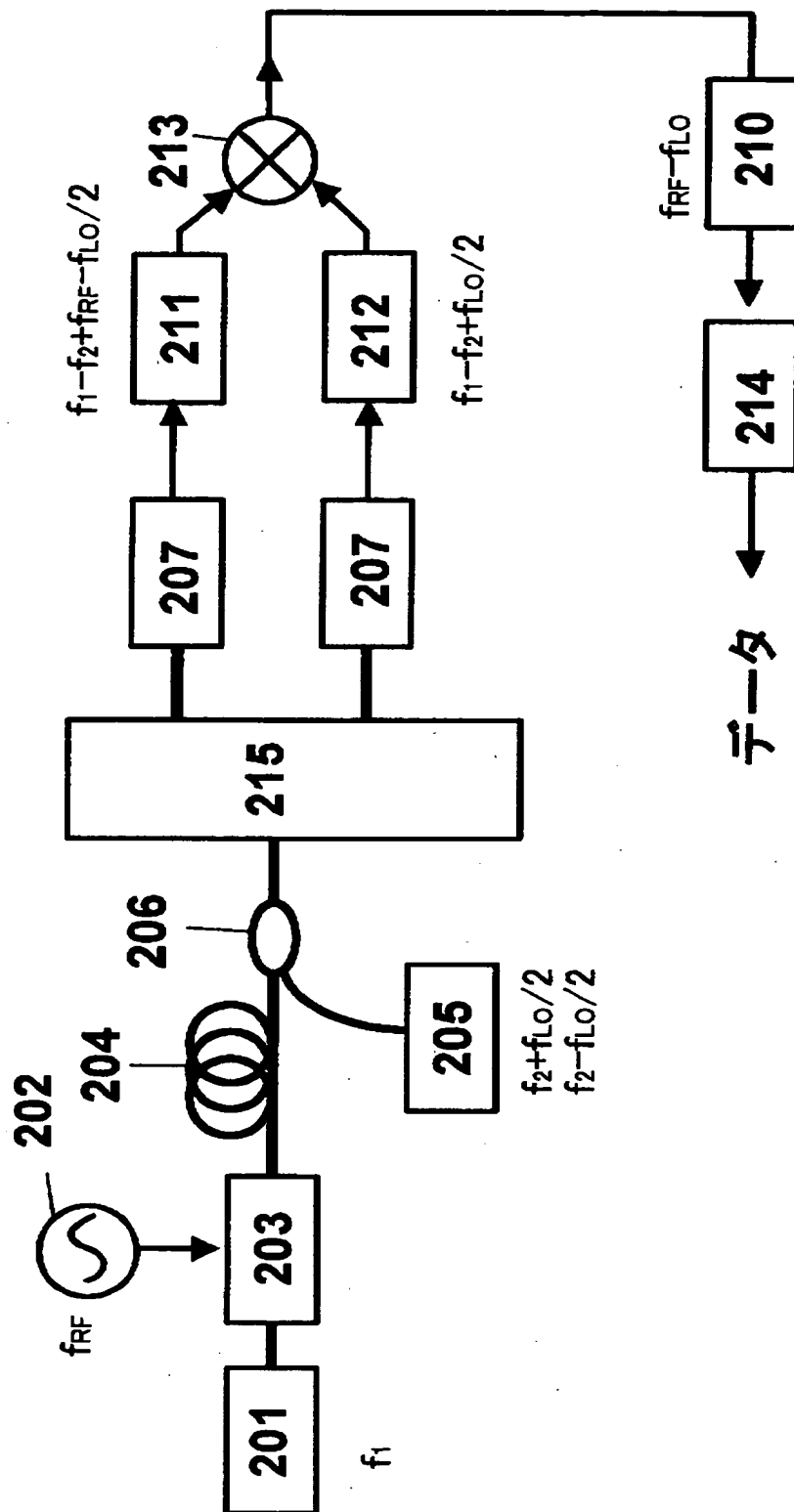
【図 7】



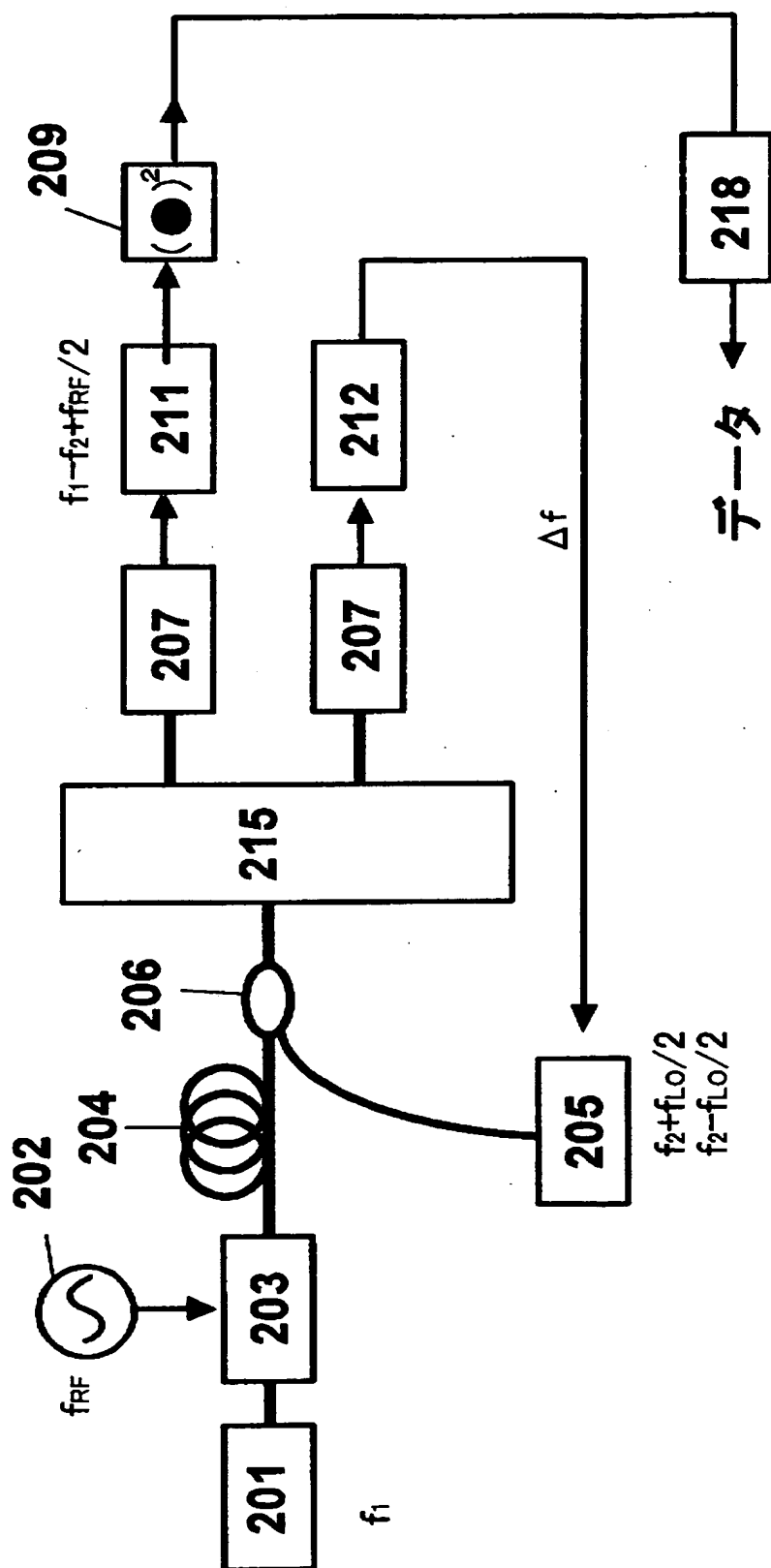
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光受信感度を向上させて、雑音源となる光増幅器の必要のない構成にし、位相雑音のない通信システムを実現すること、および、光ファイバの波長分散特性の影響も受けない方式にすることを目的としている。

【解決手段】 データの重畳された高周波信号で変調された光信号を、光増幅することなく伝送し、受信側では、2つの局部発振光により光ヘテロダイン検波を行い、光検波された第一中間周波数帯信号から搬送波成分と所望の側帯波成分のみを取り出し、これらの信号間で乗積を行なって、第二中間周波数帯信号に変換すると同時に、光源の位相雑音を差動除去してから該高周波信号のデータを復元するものである。この際、搬送波と1つの側帯波との2つの光成分のみ復調処理に使うため、光ファイバの波長分散特性による高周波信号の劣化は、従来の方法に比較して小さい。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-188363
受付番号	50000784716
書類名	特許願
担当官	濱谷 よし子 1614
作成日	平成12年 8月 1日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	391027413
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号
【氏名又は名称】	郵政省通信総合研究所長

【特許出願人】

【識別番号】	500296701
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省通信 総合研究所内

【氏名又は名称】	久利 敏明
----------	-------

【代理人】

申請人

【識別番号】	100082669
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル
【氏名又は名称】	福田 賢三

【選任した代理人】

【識別番号】	100095337
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル 福田 特許事務所

【氏名又は名称】	福田 伸一
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100061642
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル4階
【氏名又は名称】	福田 武通

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【提出日】 平成13年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

    【出願番号】 特願2000-188363

【承継人】

    【識別番号】 301001775

    【氏名又は名称】 総務省通信総合研究所長 飯田 尚志

【承継人代理人】

    【識別番号】 100082669

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 福田 賢三

【承継人代理人】

    【識別番号】 100095337

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 福田 伸一

【承継人代理人】

    【識別番号】 100061642

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 福田 武通

【提出物件の目録】

    【物件名】 権利の承継を証明する書面 1

    【援用の表示】 平成13年2月5日提出の特願2000-266656  
出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用する。  
。

    【物件名】 委任状 1

    【援用の表示】 平成13年2月5日提出の包括委任状を援用する。

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-188363
受付番号	50100152745
書類名	出願人名義変更届(一般承継)
担当官	濱谷 よし子 1614
作成日	平成13年 3月21日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	301001775
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4-2-1
【氏名又は名称】	総務省通信総合研究所長

【承継人代理人】 申請人

【識別番号】	100082669
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル
【氏名又は名称】	福田 賢三

【承継人代理人】

【識別番号】	100095337
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル 福田 特許事務所
【氏名又は名称】	福田 伸一

【承継人代理人】

【識別番号】	100061642
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル4階
【氏名又は名称】	福田 武通

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【提出日】 平成13年 5月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-188363

【承継人】

【識別番号】 301022471

【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所

【承継人代理人】

【識別番号】 100082669

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 賢三

【承継人代理人】

【識別番号】 100095337

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 伸一

【承継人代理人】

【識別番号】 100061642

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 武通

【提出物件の目録】

【物件名】 権利の承継を証明する書面 1

【援用の表示】 平成13年5月11日提出の特願2000-26665  
6出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用する。

【包括委任状番号】 0104800

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-188363
受付番号	50100678572
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	濱谷 よし子 1614
作成日	平成13年 6月18日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	301022471
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4-2-1
【氏名又は名称】	独立行政法人通信総合研究所

【承継人代理人】 申請人

【識別番号】	100082669
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル
【氏名又は名称】	福田 賢三

【承継人代理人】

【識別番号】	100095337
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル 福田 特許事務所
【氏名又は名称】	福田 伸一

【承継人代理人】

【識別番号】	100061642
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル4階
【氏名又は名称】	福田 武通

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成13年 6月 1日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-188363

【補正をする者】

【識別番号】 301022471

【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所

【代理人】

【識別番号】 100082669

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 賢三

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 0 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】 1

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】 2

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】 3

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】	0 0 2 9
【補正方法】	変更
【補正の内容】	4
【手続補正 5】	
【補正対象書類名】	明細書
【補正対象項目名】	0 0 3 4
【補正方法】	変更
【補正の内容】	5
【手続補正 6】	
【補正対象書類名】	明細書
【補正対象項目名】	符号の説明
【補正方法】	変更
【補正の内容】	6
【手続補正 7】	
【補正対象書類名】	図面
【補正対象項目名】	図 1
【補正方法】	変更
【補正の内容】	7
【手続補正 8】	
【補正対象書類名】	図面
【補正対象項目名】	図 1 0
【補正方法】	変更
【補正の内容】	8
【プルーフの要否】	要

【 0 0 0 3 】

従来の光ファイバを用いた高周波信号伝送装置では、レーザー光を変調し、必要に応じて増幅し、伝送し、伝送による減衰が有る場合は、再び増幅して検波・復調する、という方法が取られてきた。その構成図の一例を図 2に示す。同図の装置は、単一モード発振光源 1 0 1、高周波信号 1 0 2、光学的変調器 1 0 3、光増幅器 1 0 4、光伝送路 1 0 5、光増幅器 1 0 6、光ファイバの波長分散特性補償器 1 0 7、光検波器 1 0 8、高周波信号復調器 1 0 9 から成っている。

【 0 0 2 1 】

## 【実施例】

## (実施例 1)

以下に、本発明の第一の実施例の構成を、図面に従い説明する。図 1は、本発明を用いた光搬送波を用いた高周波信号伝送装置の実施例の概念図である。同図において、201は単一モード発振光源であり波長=1550.27nm、出力=5mWである。また、202は高周波信号で副搬送波周波数=59.6GHzで主帯域幅=156MHz×2である。また、203は光学的強度変調器で、204は光伝送路で長さ=5m、205はデュアルモード発振光源であり、波長=1549.92nm及び1550.42nmで、それぞれ出力=0.03mWである。ここで、206は光結合器、207は光検波器で周波数特性は3db帯域幅が50GHz以上のものである。また、208、211、212は増幅特性のある電気フィルタで、その帯域は、0.05~50GHzであり、209は電気ミキサ回路で、RF入力帯域は8~12.4GHz、中間周波出力の帯域は0~3GHzである。210は増幅特性のある電気フィルタで帯域は2~4GHzであり、213は209と同じ特性を持った電気ミキサ回路であり、214は通常の第二中間周波数帯信号復調器である。また、221は第一の位相雑音除去回路を構成し、222は第二の位相雑音除去回路を構成している。

## 【0022】

図1において、単一モード発振光源201からの光搬送波 $f_1$ は、データ信号の重畳された周波数 $= f_{RF}$ 高周波信号202によって光学的変調器203に於いて光変調される。ここで、変調器203は、振幅変調器、強度変調器、周波数変調器、あるいは位相変調器のどれかであっても良い。また、高周波信号202は、副搬送波を持つものとする。その変調された光は、そのまま光伝送路204を通じて受信側に伝送される。ここで、受信側のデュアルモード発振光源205は、高周波信号202の副搬送波周波数と任意のしかしわずかに異なる周波数間隔 $f_{L0}$ で発振する2つのモードを有する2周波モード局部発振光を出力するものであり、その周波数は、 $(f_2 - f_{L0}/2)$  および  $(f_2 + f_{L0}/2)$  である。該局部発振光は光結合器206において、該変調光と合成され、重ね合わされる。ここでいう重ね合わせは、電磁気学でいう電場の重ね合わせ、である。図3は光結合器によって合成される光信号の例を示している。上記の合成された光は、光検波器207において、上記の局部発振光によって光ヘテロダイン検波され、この際、上記の局部発振光は上記の変調光と混合される。ここで、混合とは、非線形応答特性をもった物質による電場の変換である。該光ヘテロダイン検波により、光検波器207からは、図4に示す複数の第一中間周波数帯信号が出力される。ここで、光検波器207はフォトダイオードあるいはフォトトランジスタで良い。特にバランスドレシーバーとして知られている光検出器を用いる事により、光搬送波の強度変動による影響を低減することができる。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、上記の構成において測定された光スペクトルを示している。ここで、局部発振光は、Mach-Zehnder型強度変調器の搬送波抑圧変調により得られたものである。この実施例においては、搬送波抑圧が不十分であったため搬送波周波数  $f_2$  が残っている。

## 【 0 0 3 4 】

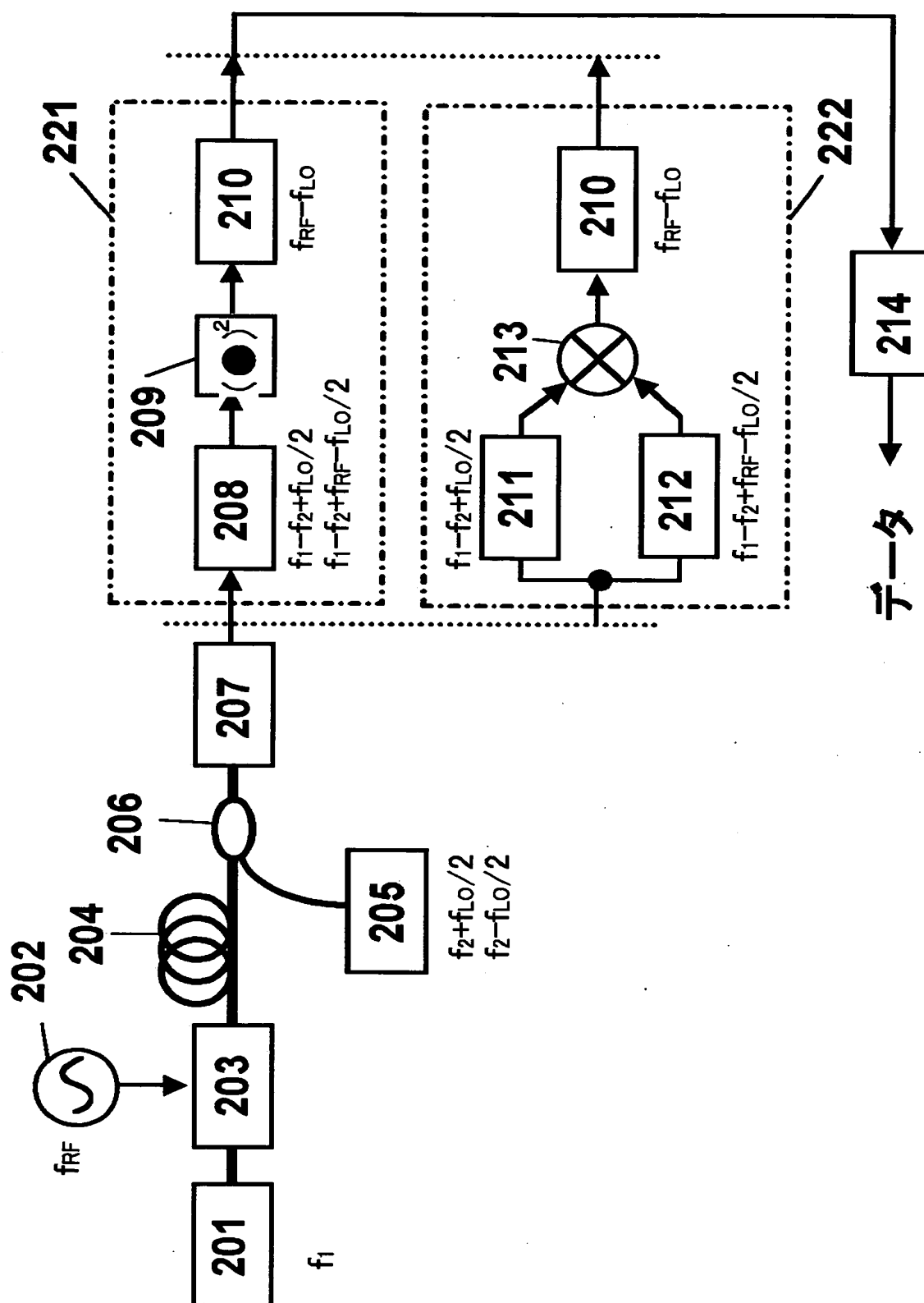
## (実施例 3)

また、図 1 0 は、第 3 の実施例を示す図である。図 1 0 に示す構成では、受信した光信号を中間周波数信号に変換することなく、局部発振光との混合により直接、上記の高周波信号に復調するものである。図 1 0 に示す構成においては、光結合器 2 0 6 で受信した光信号と、デュアルモード発振光源と同等の機能を有する局部発振光源 2 2 0からの 2 つの局部発振光と重ね合わせた後、光分岐回路 2 1 6 を通して、受信した光信号の一部を用いて光検波器 2 0 7 から出力される周波数  $= f_{RF}$  周りの高周波信号を抽出し、さらに、副搬送波再生回路 2 1 9 によりその副搬送波周波数  $f_{RF}$  を取り出し、その出力を、局部発振光源 2 2 0 から出力される 2 つの局部発振光の周波数間隔に一致させる。この様に信号を一致する方法は、位相同期法として既に良く知られている。この副搬送波周波数と 2 つの局部発振光の周波数とを一致させる機能を局部発振光源 2 2 0 に持たせることにより、局部発振光源 2 2 0、光結合器 2 0 6、光分岐回路 2 1 6、光検波器 2 0 7、副搬送波再生回路 2 1 9 で位相同期ループを形成する。従って、これらが一致したときにもう一つの光検波器 2 0 7 から出力される周波数  $= (f_1 - f_2 + f_{RF} / 2)$  周りの中間周波数帯信号を電気フィルタ 2 1 7 で取り出し、さらに、自乗検波器 2 0 9 で互いに乗積することで、もとの高周波信号 2 0 2、 $f_{RF}$ 、に重畳されていた情報を直接復調するものである。以上のような  $f_{RF}$  の位相同期ループによる周波数および位相の同期法は、他の方法もすでに知られており、上記の例に限定されるものではない。

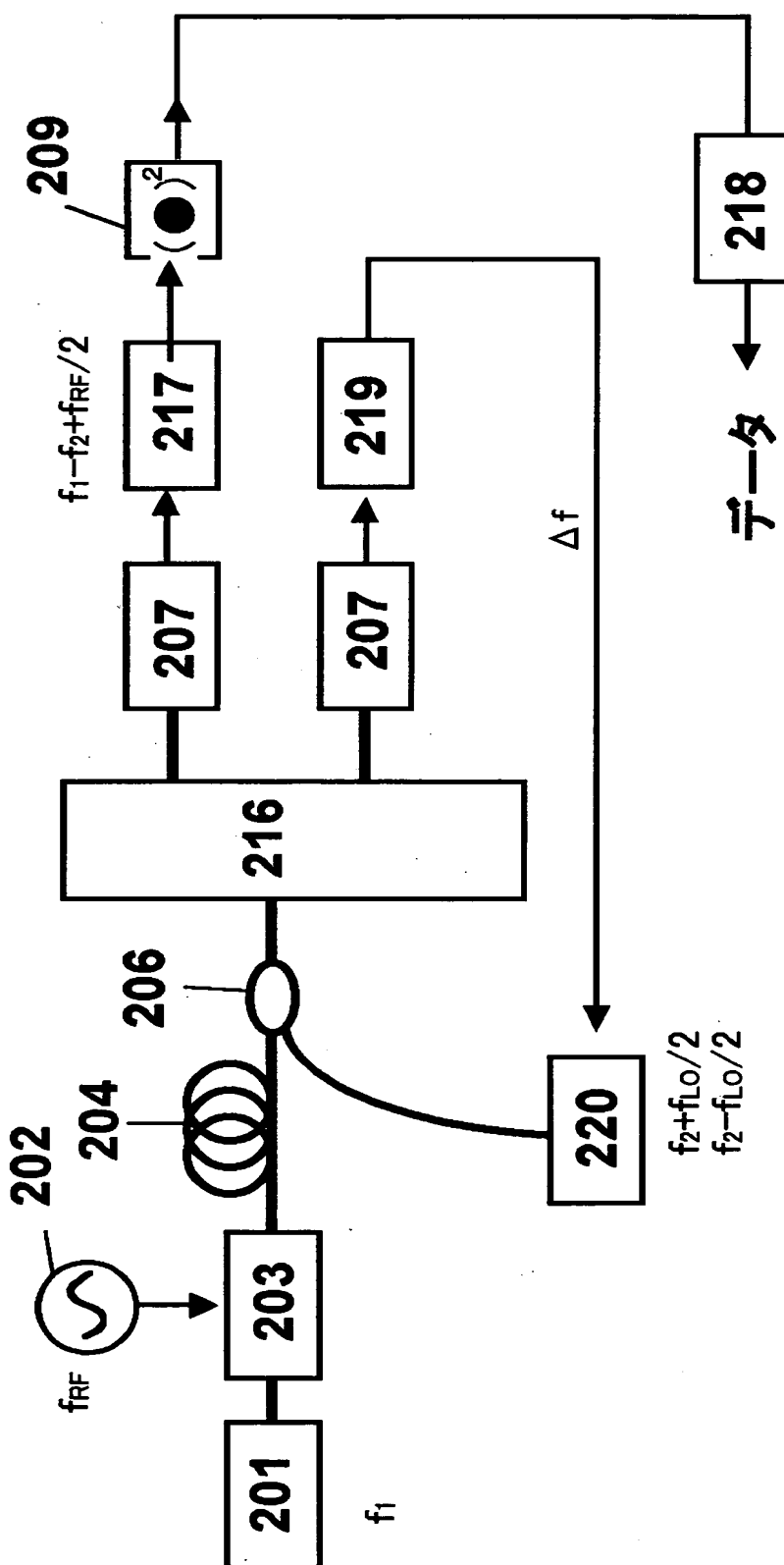
【符号の説明】

- 1 0 1 単一モード発振光源
- 1 0 2 高周波信号
- 1 0 3 光学的変調器
- 1 0 4、1 0 6 光増幅器
- 1 0 5 光伝送路
- 1 0 7 光ファイバの波長分散特性補償器
- 1 0 8 光検波器
- 1 0 9 高周波信号復調器
- 2 0 1 単一モード発振光源
- 2 0 2 高周波信号
- 2 0 3 光学的変調器
- 2 0 4 光伝送路
- 2 0 5 デュアルモード発振光源
- 2 0 6 光結合器
- 2 0 7 光検波器
- 2 0 8、2 1 0、2 1 1、2 1 2、2 1 7 電気フィルタ
- 2 0 9 自乗検波回路
- 2 1 3 電気乗積器
- 2 1 4 第二中間周波数帯信号復調器
- 2 1 5 光フィルタ
- 2 1 6 光分岐回路
- 2 1 8 信号再生回路
- 2 1 9 副搬送波再生回路
- 2 2 0 局部発振光源
- 2 2 1 第一の位相雑音除去回路
- 2 2 2 第二の位相雑音除去回路

【図 1】



【図10】



認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-188363
受付番号	50100791855
書類名	手続補正書
担当官	濱谷 よし子 1614
作成日	平成13年 6月18日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】	301022471
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4-2-1
【氏名又は名称】	独立行政法人通信総合研究所
【代理人】	申請人
【識別番号】	100082669
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル
【氏名又は名称】	福田 賢三

【書類名】 出願人名義変更届  
【提出日】 平成13年 7月12日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2000-188363  
【承継人】  
    【識別番号】 301022471  
    【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所  
【承継人代理人】  
    【識別番号】 100082669  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 福田 賢三  
【承継人代理人】  
    【識別番号】 100095337  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 福田 伸一  
【承継人代理人】  
    【識別番号】 100061642  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 福田 武通  
【提出物件の目録】  
    【包括委任状番号】 0104800  
【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-188363
受付番号	50101021571
書類名	出願人名義変更届
担当官	濱谷 よし子 1614
作成日	平成13年 8月21日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	301022471
【住所又は居所】	東京都小金井市貫井北町4-2-1
【氏名又は名称】	独立行政法人通信総合研究所

【承継人代理人】

申請人

【識別番号】	100082669
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル
【氏名又は名称】	福田 賢三

【承継人代理人】

【識別番号】	100095337
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル 福田 特許事務所
【氏名又は名称】	福田 伸一

【承継人代理人】

【識別番号】	100061642
【住所又は居所】	東京都港区西新橋1-6-13 柏屋ビル4階
【氏名又は名称】	福田 武通

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 1 0 2 7 4 1 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 3 月 1 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都小金井市貫井北町4丁目2番1号

氏 名 郵政省通信総合研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500296701]

1. 変更年月日 2000年 6月22日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都小金井市貫井北町4-2-1 郵政省通信総合研究所内  
氏 名 久利 敏明
  
2. 変更年月日 2001年 6月20日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人通信総合研  
究所内  
氏 名 久利 敏明

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301001775]

1. 変更年月日	2001年 1月12日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都小金井市貫井北町4-2-1
氏 名	総務省通信総合研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301022471]

1. 変更年月日	2001年 4月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都小金井市貫井北町4-2-1
氏 名	独立行政法人通信総合研究所